



Bachelorgradsoppgave

Oppvarming og intermediær prestasjon.

Effekt av lang og kort oppvarming på en 3 minutter maksimal prestasjon i løping.

Warm – up and intermediate performance.

Effect of long warm – up and short warm – up on a three minutes all – out running performance.

Tormod Skjerve Vatten

KIF 350

Bachelorgradsoppgave i Kroppsøving og idrettsfag -
Faglærerutdanningen

Avdelingen for lærerutdanning

Høgskolen i Nord-Trøndelag - 2015



HINT



SAMTYKKE TIL HØGSKOLENS BRUK AV KANDIDAT-, BACHELOR- OG MASTEROPPGAVER

Forfatter(e): Tormod Skjerve Vatten

Norsk tittel: Oppvarming og intermediær prestasjon

Engelsk tittel: Warm – up and intermediate performance

Studieprogram: Kroppsøving og idrettsfag – faglærerutdanning

Emnekode og navn: KIF 350 Lærerutdanning

☒

Vi/jeg samtykker i at oppgaven kan publiseres på internett i fulltekst i Brage, HiNTs åpne arkiv

☐

Vår/min oppgave inneholder taushetsbelagte opplysninger og må derfor ikke gjøres tilgjengelig for andre

Dato: 29.05.2015

Tormod Skjerve Vatten

Underskrift

Underskrift

Sammendrag

Hensikt: Hovedformålet med dette studiet er å undersøke om ulik varighet på oppvarming kan påvirke en 3 minutter lang løpsprestasjon. Videre er hensikten å se hvordan to oppvarminger, lang og kort, ga forskjeller på fysiologiske og prestasjonsrelaterte variabler som hjerterefrekvens, oksygenopptak, melkesyrekonsentrasjon i blodet og subjektiv grad av anstrengelse (RPE). I tillegg var det interessant å se om denne studien kunne utfordre oppvarmingsparadigmet som blant annet utholdenhetsidrett har.

Metode: 13 middels godt trente menn gjennomførte en lang oppvarming bestående av en generell og spesifikk del og en kort oppvarming bestående av en spesifikk del etterfulgt av restitusjonsfase på 5 minutter. Der foretok forsøkspersonene valgfri aktivitet på lav intensitet. Deretter fulgte en intermediær prestasjon på 3 minutter i løping. Antall meter som ble løpt totalt under den 3 minutter lange prestasjonen, var prestasjonsvariabelen. Gjennomsnittlig oksygenopptak, hjerterefrekvens og melkesyrekonsentrasjon i blodet ble målt eller registrert underveis i testene, samt at RPE ble registrert. Designet på studiet var et randomisert utvalg med krysset design slik, at eventuelle læringseffekter ikke skulle påvirke resultatene.

Resultat: Etter prestasjonene ble det ikke funnet signifikante forskjeller på antall meter løpt totalt mellom lang oppvarming ($0,77 \pm 0,08\text{m}$) og kort oppvarming ($0,75 \pm 0,08\text{m}$). Om et betydelig avvik blir fjernet fra studien, ble det løpt signifikant lengre etter lang oppvarming vs. kort oppvarming ($p=0,02$). Ingen signifikante forskjeller etter prestasjonene verken i oksygenopptaket ($55,7 \pm 4 \text{ ml/min/kg}$ vs. $55,3 \pm 3,7 \text{ ml/min/kg}$), melkesyrekonsentrasjonen i blodet ($11,9 \pm 1,8 \text{ mmol/L}$ vs. $12,1 \pm 2,2 \text{ mmol/L}$) eller RPE ($9,2 \pm 0,9$ vs. $8,8 \pm 0,9$) mellom lang og kort oppvarming. Hjerterefrekvensen var signifikant høyere etter lang oppvarming i forhold til kort ($195,5 \pm 5,6 \text{ slag/min}$ vs. $192,4 \pm 5,9 \text{ slag/min}$).

Konklusjon: Kort oppvarming med kun én spesifikk del er like effektivt som en lang oppvarming med generell og spesifikk del frem til 2.5 minutter. Dette vises også på alle prestasjonsrelaterte variabler unntatt hjerterefrekvens, som er høyere på start og slutt av prestasjonen etter lang oppvarming. På en 3 minutter lang prestasjon er det nødvendig med en generell del for et bedre resultat, og dermed har oppvarmingsparadigmet sin hensikt.

Nøkkelord: Antall meter totalt; Hjerterefrekvens; Melkesyrekonsentrasjon i blod; Oksygenopptak; RPE.

Innhold

Introduksjon	4
Eksperimentell tilnærming til studien	8
Forsøkspersoner	8
Tilvenning og pretest.....	9
Test.....	9
Databehandling og instrumenter	11
Statistikk.....	12
Resultater	13
Test av maksimal hjerterefrekvens	13
Oppvarmingsprosedyrer.....	13
Løpetest på ikke-motorisert tredemølle	15
Diskusjon.....	19
Total antall meter under prestasjonen	19
Prestasjonsrelaterte variabler	21
Oppvarmingsparadigmet.....	23
Praktisk betydning og veien videre.....	25
Litteraturliste.....	26
Vedlegg 1	29

Antall ord: 7970

Introduksjon

Oppvarming er en generell og akseptert prosedyre før en fysisk aktivitet eller konkurranse (Bishop, 2003a). Prosedyren oppvarming er en fysisk og psykisk tilpasning til kommende aktiviteter der økt prestasjonsevne og skadeforebygging ofte blir brukt som begrunnelse for gjennomføringen (Michalsik & Bangsbo, 2002; Stewart & Sleivert, 1998).

Oppvarmingsmetoder kan deles inn i tre forskjellige typer: aktiv, passiv og spesifikk oppvarming. I aktiv oppvarming er de største muskelgruppene involvert i bevegelsene. Det medfører at temperaturen økes i muskelvevet og deretter videre i kroppen (Indby, 2012).

Passiv oppvarming blir utført av eksterne metoder som for eksempel varm dusj eller badstue, der varmen først økes i huden og deretter fører til en generell økning i kroppstemperatur (Bishop, 2003b; Hedrick, 1992). Spesifikk oppvarming, som er relevant i dette studiet, handler om å bruke de samme bevegelsesbanene, samme bevegelsesmønsteret og de tilhørende muskler som hovedaktiviteten inkluderer. Dette medfører at temperaturen økes i de aktive muskelgruppene og deretter videre i kroppen (Hedrick, 1992). Spesifikk bevegelsesform i oppvarmingen gir en bedre oksygentransport til de arbeidende musklene (Koga, Shiojiri, Kondo & Barstow, 1997) samt en bedre nerveledningshastighet til de aktuelle musklene (Bishop, 2003a). I en intermediær prestasjon er tidsperspektivet kort, noe som gjør det vanskelig å gjøre tilpasninger underveis i prestasjonen. Derfor er det viktig å tilpasse kroppen så godt som mulig allerede i oppvarmingen.

I tillegg til de ulike metoder har oppvarmingsprosedyrer ulike effekter. Effektene kan deles inn i temperaturrelaterte og ikke-temperaturrelaterte. Temperaturrelaterte effekter fører blant annet til at kjemiske prosesser i metabolismen går raskere med forhøyet kroppstemperatur (Bishop, 2003b). Et eksempel er at enzymaktiviteten i muskelcellen blir større ved økt temperatur, slik at hastigheten på omsetningen av ATP blir høyere (Bishop, 2003a). Andre temperaturrelaterte effekter er reduksjon av passiv stivhet mellom aktin- og myosinfilamentene og at nerveledningshastigheten blir raskere (Bishop, 2003a). Dette forbereder utøverne både fysisk og psykisk (Burnley, Doust & Jones, 2005; Stewart & Sleivert, 1998; Hedrick, 1992). Effekter som er ikke-temperaturrelaterte er blant annet raskere blodstrøm til arbeidende muskler og at oksygenopptaket hever seg. Bohr-effekten, som gjør at affiniteten oksygen har til hemoglobinet reduseres og medfører at oksygenet lettere leveres fra blodet til muskelvevet, er både en temperaturrelatert og ikke-temperaturrelater effekt av oppvarming (Bishop, 2003b; Michalsik & Bangsbo, 2002). I forhold til en intermediær prestasjon er alle vedrørende effekter av oppvarming relevante. Men raskere omsetning av

ATP, lettere leveranse av oksygen til muskelvevet og forhøyet oksygenopptak er svært aktuelt i forbindelse med en intermediær prestasjon.

Oppvarming manipuleres stort sett med intensitet, varighet og frekvens. I tillegg er det ofte anbefalinger om restitusjonstid før hovedaktivitet, hvilken metode oppvarmingen gjennomføres på, herunder kontinuerlig eller intervallarbeid (Bishop, 2003b). Det har tidligere blitt forsket mye på oppvarming, men det finnes få gode studier der det har blitt tatt for seg oppvarmingsintensitet (Ingham, Fudge, Pringle & Jones, 2013; Bishop, 2003a). Til gjengjeld er det blitt, og blir fortsatt, eksperimentert hvordan oppvarming skal gjennomføres i intermediær prestasjon (10 sek.-5 min.) av idrettsutøvere selv. Oppvarmingsprosedyrene som blir gjennomført har et slags paradigme. Dette paradigmet går ut på at oppvarmingen skal bestå av en generell del før man går over på en spesifikk del. Før en intermediær prestasjon anbefaler Norges Friidrettsforbund (friidrett.no) en oppvarming med løp på lav intensitet i 10-20 minutter før oppvarmingen fortsetter med 10-15 minutter, der stigningsløp eller løpsdrag med en gradvis økt intensitet anbefales (friidrett.no).

Hvilken intensitet, varighet, metode og restitusjonstid utøverne faktisk bruker er vanskelig å finne et nøyaktig svar på og blir sjeldent kontrollert (Ingjer & Strømme, 1979). Mandengue et. al (2009) fant i sin studie at utøvere praktiserte en oppvarmingsintensitet på $75,6 \pm 10,4\%$ av sin egen VO_2 -maks når oppvarmingsintensiteten var selvvalgt. I forhold til varighet anbefaler Michalsik & Bangsbo (2002) at en oppvarming bør være 10 minutter. Dette har en sammenheng med at man oppnår de fysiologiske og prestasjonsfremmende effektene i løpet av 10 minutter og at muskeltemperaturen har steget opp til plataet sitt, ca. 40 grader, og deretter flater ut (Michalsik & Bangsbo, 2002; Hedrick, 1992; Saltin & Hermansen, 1966). Dette støttes opp av Özyener, Rossiter, Ward, & Whipp (2001) som forklarer at baseline på oksygenopptaket når trade-off kravet etter omtrent 10 minutter aktivitet, og på denne måten reduseres oksygenunderskuddet innledningsvis i prestasjonen (McArdle, Katch & Katch, 2010; Andzel, 1982). I forbindelse med oksygenopptak er baseline det aktuelle nivået oksygenopptaket har, mens trade-off kravet er startkravet oksygenopptaket har på en prestasjon.

Bishop, Bonetti & Dawson (2001) gjennomførte en oppvarmingsstudie på en gruppe kajakkpadlere. Kajakpadlerne ble delt inn i tre oppvarmingsgrupper med ulik intensitet før de skulle gjennomføre en 2 minutter lang maksimal prestasjon på et kajak-ergometer. En gruppen gjennomførte oppvarmingen på intensitet tilsvarende aerob terskel. En annen gruppe

hadde intensitet på anaerob terskel mens den siste gruppen hadde intensitet mellom aerob og anaerob terskel. Det vil si intensiteter på 55%, 65% og 75% av VO_2 -maks (Indby, 2012). Resultatene viste at oppvarmingene ikke hadde noen signifikante forskjeller verken på total eller gjennomsnittlig power (målt i Watt), det totale oksygenopptaket eller det høyeste målte oksygenopptaket (Bishop et. al, 2001). Det resultatene ga en indikasjon på var at økt metabolisme kan være en fordel og mulig nødvendig før en prestasjon så fremt økningen ikke blir for høy. Hvis oppvarmingen blir for intensiv, vil det muligens svekke den supramaksimale ytelsen i slutten av prestasjonen ved å bruke av høyenergifosfatlagrene allerede i oppvarmingen (Bishop, 2003b; Bishop et. al, 2001; Özyener et. al, 2001).

Foruten den skadeforebyggende delen i studien til Stewart & Sleivert (1998) testet også de intensiteten på oppvarming gjennom tre forskjellige oppvarminger. Prestasjonsvariabelen i studien var tid til utmattelse ved løp på tredemølle med stigning på 20% og hastighet på 13 Km/t. Tiden til utmattelse viste seg å være lengre ved en oppvarmingsintensitet på 60%-70% av VO_2 -maks i forhold til ingen oppvarming og en intensitet på 80% av VO_2 -maks. Grunnen til dette resultatet kan være det samme som studien til Bishop et.al (2001) indikerte; at hvis det ikke gjennomføres oppvarming vil det bli et større anaerobt bidrag i starten av en prestasjon og derav et større oksygenunderskudd fra starten av (Andzel, 1982). Årsaken til en dårligere prestasjonen ved oppvarming på 80% av VO_2 -maks kan være at høyenergifosfatlagrene, bestående av adenosin tri fosfat (ATP) og kreatinfosfat (CP), bidrar i større grad under oppvarmingen for å opprettholde intensiteten. Dette fører muligens til at man pådrar seg tretthet før prestasjonen starter og har lavere andel av anaerobt bidrag på slutten av prestasjonen (Hajoglou et. al 2005; Bishop, 2003a; Bishop et. al, 2001; Stewart & Sleivert, 1998). Grunnen til det er at det ved anaerob energiomsetning dannes ATP selv om tilgangen på O_2 ikke er tilstrekkelig nok. Danningen og omsetningen av ATP skjer da gjennom laktaside og alaktaside prosesser og resultatet ved intensivt arbeid kan bli at pH-verdien (acidose) i blodet synker da laktat og konsentrasjon av hydrogenion (H^+) i muskelcellen og melkesyre konsentrasjonen i blodet akkumuleres og hopper opp (Hargreaves & Spriet, 2006). Dette fører til dårligere kraftproduksjon i musklene og dermed lavere omsetting av ATP da effekten av H^+ reduseres (Hargreaves & Spriet, 2006; Bishop et. al (2001).

Med tanke på intermediær prestasjon, kan et høyt nok baselinenivå på oksygenopptaket i forhold til trade-off kravet være viktig, da man er avhengig av en god start på prestasjonen samtidig som man er avhengig av en bra avslutning. For å få baselinenivået høyt nok har Bishop et.al (2001), Özyener et. al (2001) og Stewart & Sleivert (1998) undersøkt i sine studier at 10 minutter lang oppvarming med en intensitet på 70% av VO_2 -

maks er nok for en økt prestasjon. Det vil si at om oppvarmingen verken er for intensiv eller for rolig, er baselinenivået på oksygenopptaket såpass høyt at man ikke pådrar seg en forhøyet oksyngjeld innledningsvis i prestasjonen, og heller får et større anaerobt bidrag på slutten (Bishop, 2003b). I følge Bishop, (2003a) og Özyener et. al (2001) bør ikke tiden mellom avslutningen på oppvarmingen og starten på prestasjonen være lengre enn 5 minutter. Grunnen er i følge Bishop (2003a) og Özyener et. al (2001) at baselinenivået på oksygenopptaket faller for langt ned i forhold til trade-off kravet på prestasjonen. I tillegg kan temperaturen i blodet og musklene synke, slik at de temperaturrelaterte effektene ikke oppnås og samlet sett har mindre å mobilisere med både i starten og på slutten av prestasjonen (Burnley et. al, 2005; Hajoglou et. al, 2005; Bishop 2003a).

I studiene til Ingham et. al (2013), Burnley et. al (2005) og Bishop et. al (2001) viser resultatene en tendens at de korte oppvarmingene gir bedre resultater på prestasjoner under 3 minutter, mens lengre oppvarminger gir bedre resultater på prestasjoner med varighet over 3 minutter. Tendensen viser altså at et godt resultat på en prestasjon rundt 3 minutter ikke nødvendigvis er avhengig av en lang oppvarming. Denne tendensen kan man ikke se i oppvarmingsparadigmet i mellomdistanse og langdistanse i friidrett og i idrett forøvrig, der oppvarmingen ofte blir delt inn i generell og spesifikk del (friidrett.no). Ofte er den generelle delen begrunnet med skadeforebygging eller for at utøverne skal holde muskulaturen varm lengre. Men det er det er få studier som har sett på om en kort og spesifikk oppvarming er nok for en godt resultat på en intermediær prestasjon (Bishop, 2003b; Stewart & Sleivert, 1998).

Hensikten med denne studien er å undersøke om hvilken oppvarming som gir best resultat på en 3 minutter lang løpsprestasjon. For å finne ut dette skal en prestasjonsvariabel sammenlignes etter to ulike oppvarminger. Den ene oppvarmingen er lengre oppvarming med generell og spesifikk del. Den andre oppvarmingen er kort oppvarming med kun spesifikk del. Prestasjonsvariabelen i denne studien er antall meter som blir løpt totalt under den 3 minutter lange prestasjonen. Videre er hensikten å se om de prestasjonsrelaterte variablene som hjerterefrekvens, oksygenopptak, melkesyrekonsentrasjon i blodet og RPE (Rate of Perceived Exertion, subjektiv registreringsmetode for intensitet) har forskjellig utvikling og gir ulike resultat under prestasjonen etter de to oppvarmingene. RPE er dog ikke en prestasjonsavhengig variabel. I tillegg er det av interesse å utfordre paradigmet oppvarming har, der oppvarmingen deles inn i generell og spesifikk del. Mulig kan resultatene vise at oppvarmingsparadigmet har sin hensikt eller at det ikke har sin hensikt.

Metode

Eksperimentell tilnærming til studien

19 mannlige forsøkspersoner ble rekruttert til å delta i studien. 3 forsøkspersoner måtte trekke seg på grunn av skade eller sykdom, og 3 forsøkspersoner måtte trekke seg på grunn av andre gjøremål. Alle forsøkspersoner som trakk seg gjorde det før datainnsamlingen startet.

Forsøkspersonene gjennomførte to forskjellige oppvarminger, lang og kort, etterfulgt av en intermediær prestasjon på 3 minutter. Den totale lengden forsøkspersonene løp på 3 minutter ble brukt som resultatmål.

Designet på denne studien var randomisert utvalg med krysset-design. Det vil si at forsøkspersonene ble tilfeldig plassert i to grupper, der den ene gruppen skulle gjennomføre oppvarming 1 på den første testen og oppvarming 2 på den andre testen. Den andre gruppen skulle gjennomføre oppvarming 2 på den første testen og oppvarming 1 på den andre testen. Dette designet ble valgt for å hindre eventuelle læringseffekter som kunne oppstå underveis i studiet. Dette gjør også at testresultatene, i dette tilfellet den totale lengden på den intermediære prestasjonen, blir mer valide. Før testene ble det gjennomført en tilvenning og pretest slik at intensiteten på oppvarmingene kunne regnes ut riktig.

Forsøkspersoner

Totalt fullførte 13 mannlige utøvere forsøket, alder $23 \pm 2,1$ år, se tabell 1. Flesteparten av forsøkspersonene hadde tilknytting til Høgskolen i Nord-Trøndelag avd. lærerutdanning. Forsøkspersonene hadde forskjellig idrettsbakgrunn, der 5 personer hadde god erfaring fra utholdenhetsidretter som langrenn, skiskyting og langdistanseløp, mens de 8 andre hadde lengre erfaring som fotballspillere.

Alle forsøkspersonene hadde erfaring med løp på motorisert tredemølle, mens kun 3 av forsøkspersonene hadde erfaring med en ikke-motorisert tredemølle. Deltakerne fikk informasjon om studiens innhold og hensikt både muntlig og skriftlig. På den skriftlige informasjonen sto det at de når som helst kunne trekke seg fra studiet uten å oppgi grunn. Forsøkspersonene gjennomførte testene med 2 til 9 dager mellomrom begge gangene i det samme tidsrommet av døgnet. Dette ble gjort med hensyn til den cirkadianske rytmen som kunne påvirke resultatene. I tillegg fikk deltakerne beskjed om å ikke utøve hard fysisk

trening de siste 48 timene før test, ikke inntatt væske med alkoholinnhold de siste 12 timer og ikke hatt matinntak den siste timen før test. Dette skulle sørge, sammen med likt skotøy begge gangene, for god reliabilitet i studien.

Tabell 1: Tabellen viser antropometriske mål (Alder, høyde og vekt) hos forsøkspersonene. Dataene er oppgitt som gjennomsnitt og standardavvik ($n=13$).

	Alder (År)	Høyde (Cm)	Vekt (Kg)
FP (N = 13)	23,2 ± 2,3	182 ± 5	79,9 ± 8,2

Tilvenning og pretest

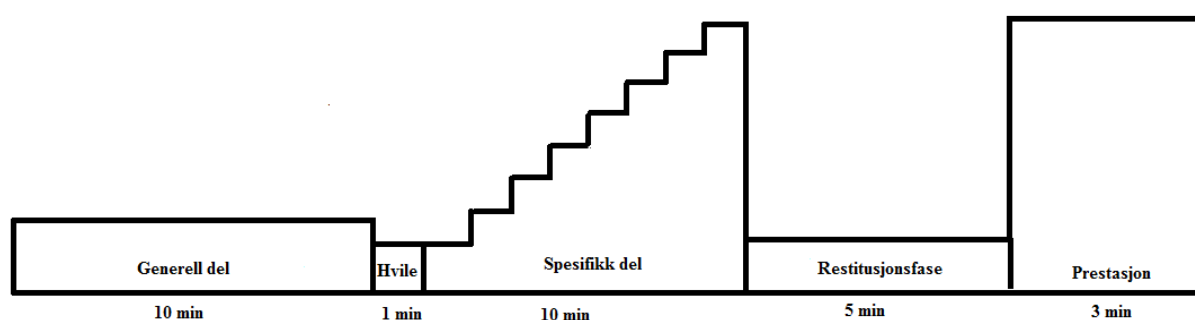
Da denne studien ble gjennomført på en ikke-motorisert tredemølle, gjennomførte forsøkspersonene en kombinert tilvenning og pretest på den ikke-motoriserte tredemøllen. I tilvenningen løp de rolig for å tilpasse løpeteknikken samt å forberede seg til pretesten. Tilvenningen hadde en varighet på 10 til 15 minutter med en selvvalgt intensitet.

Pretesten besto av to deler der den første delen var tre hurtighetsløp. Den høyeste hastigheten forsøkspersonene oppnådde på de tre hurtighetsløpene ble notert og brukt som grunnlag for utregning av hastigheten på sprintene i den spesifikke delen i oppvarmingene. Pretesten ble avsluttet med en test av den maksimale hjerterefrekvensen. Denne testen besto av to arbeidsperioder på 3 minutter med 1.5 min pause i mellom. Den første arbeidsperioden på 3 minutter skulle være hard, men ikke utmattende. Den andre arbeidsperioden på 3 minutter skulle være utmattende (Bahr, Hallén, Medbø, 1991). Den høyeste målte hjerterefrekvensen under denne testen ble grunnlaget for utregningen til intensiteten på den generelle delen i den lange oppvarmingen.

Test

Testen besto av to oppvarmingsprosedyrer, lang oppvarming med en generell og spesifikk del og en kort oppvarming med kun en spesifikk del. Foran hver test ble vekten av forsøkspersonene målt for å være sikker på å få riktig oksygenmålinger under testen. Etter vektmålingen, festet forsøkspersonene et elektrodebelte rundt brystet. Tilhørende klokke registrerte hjerterefrekvensen. Forsøkspersonene satte seg deretter ned på en stol i en stilling de

følte de fikk slappe av med i 10 minutter. Gjennomsnittet av hjerterefrekvensen det siste minuttet ble notert ned som baseline-hjerterefrekvens. Videre gjorde forsøkspersonene sirkumduksjon i skulderleddet 20 ganger for å sikre god blodtilførsel i fingeren for å ta en blodprøve. Blodet ble samlet i en glasskapillær og videre i en kapsel. Alle blodprøvene i forsøket ble analysert etter testene i henhold til retningslinjene i manualen til blodanalysatoren. Den første blodprøven ble notert ned som baseline-melkesyrekonsentrasjon i blodet. Etter blodprøven fikk forsøkspersonene festet på masken som bidrar til å måle oksygenopptaket før oppvarmingen kunne starte. Den lange oppvarmingen startet med 10 minutter kontinuerlig løp på 70% av VO_2 -maks. 70% av VO_2 -maks tilsvarer 80% av maksimal hjerterefrekvens (McArdle et. al, 2010). Denne intensiteten ble valgt da Bishop (2003b) forklarer at 10 minutter på 70% av VO_2 -maks er lang og intensiv nok oppvarming for økt prestasjon. Hjerterefrekvens og oksygenopptak ble målt kontinuerlig i testen og gjennomsnittet av det siste minuttet av den generelle delen og den spesifikke delen ble brukt som data i toveis ANOVA for å sammenlikne oppvarmingene. I pausen mellom den generelle og den spesifikke delen ble det tatt en blodprøve av forsøkspersonene for å måle melkesyrekonsentrasjonen i blodet og registrering av RPE. Etter pausen fortsatte



Figur 1: Visuelt bilde på designet for oppvarmingene. Figuren fra ende til ende er den lange oppvarmingen. Den korte oppvarmingen startet på spesifikk del og avsluttet med prestasjonen.

deltakerne med den spesifikke delen. Den korte oppvarmingen startet med 8x60 meter sprinter med 5% økning av maksimal Km/t per sprint (60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90% og 95% av høyeste Km/t oppnådd under pretest). Forsøkspersonene startet en ny sprint hvert 60. sekund. I pausene ble det gjennomført ballistiske tøyninger på skuldre, kroppsstamme, fot i horisontal retning, fot i vertikal retning, hofterotasjon, knær og ankel i nevnte rekkefølge (se vedlegg 1). Tøyningene ble gjennomført med 10 repetisjoner per fot eller rotasjonsretning, og forsøkspersonene brukte 30-50 sekunder på gjennomføringen. Da den siste sprinten var avsluttet, startet restitusjonsfasen på 5 minutter med selvvalgt aktivitet på lav intensitet for å

forberede seg til test. Etter restitusjonsfasen startet prestasjonen med en varighet på 3 minutter der antall oppnådde løpsmeter fra start til slutt var prestasjonsvariabelen. For å se utviklingen av prestasjonen, ble det notert hvor langt deltakerne løp hvert 30 sekund. I tillegg ble den aktuelle hjerterefrekvensen og oksygenopptaket notert det 10., 20. og 30. sekundet fra starten av og deretter hvert 30 sekund for å undersøke utviklingen og eventuelle forskjeller på intensiteten forsøkspersonene hadde på de nevnte tidspunktene.

Databehandling og instrumenter

Tilvenningen, pretesten og prestasjonstestene ble gjennomført på den samme ikke-motoriserte tredemøllen (WOODWAY Curve, Waukesha, USA). For å finne baseline-verdien og registrering av hjerterefrekvensen underveis i alle testene, ble det samme elektrodebeltet festet på brystet til forsøkspersonene og benyttet med tilhørende klokke (Polar RS400, Polar Electro Norge). Registreringene av hjerterefrekvens ble foretatt og lagret hvert 5. sekund både på klokken og på PC der en programvare sørget for overføringen av de aktuelle verdiene.

For å måle melkesyrekonsentrasjonen i blodet ble det brukt en blodanalysator (EKF diagnostics, Biosen C – line, Magdeburg, Tyskland) og ble gjort ved at forsøkspersonen dyppet fingeren i vann før den som foretok målingene tørket fingeren. Videre ble en nål stukket i fingeren slik at det kom ut blod. Første blodråpen ble tørket bort før en glasskapillær ble fylt opp med 20 mikroliter blod. Glasskapillæren ble så lagt i en kapsel og satt i blodanalysator. Blodet ble ikke analysert før etter at testen var ferdig.

Oksygenopptaket ble målt med breath-by-breath metode på et oksygenopptak-apparat (Oxycon Pro, Erich Jaeger GmbH, Hoechberg, Tyskland), som måler hvert pust mer nøyaktig enn for eksempel miksekommer gjør. Breath-by-breath metoden består av et munnstykke festet i en maske som måler frekvensen på ekspirert luft. I munnstykket er det påkoblet en kabel som måler gassene som blir pustet ut. Kabelen skal være festet «klokka 23 eller 13» på munnstykket, da spytt eller annen fuktighet kan påvirke målingene. Foran hver test ble oksygen-apparatet kalibrert. Kalibreringen ble gjort ved målinger av O₂ og CO₂ opp i mot romluft og en gassflaske som var påmontert med innholdet 5,99% CO₂ og 14,99% O₂.

Registrering av RPE ble gjort ved Borgs 0 – 10 skala, også kalt CR – 10 skala. Gjennom denne skalaen skulle forsøkspersonene fortelle deres egen vurdering av tretthet eller anstrengelse i musklene. I skalaen er score 0 ingen tretthet eller anstrengelse og score 10 er maksimal anstrengelse, tretthet eller utmattelse (Noble, Borg, Jacobs, Ceci & Kaiser, 1983;

Borg, 1982). Da det kunne være vanskelig for forsøkspersonene å oppgi en score, fikk de lov til å gi halvkarakterer som for eksempel 7,5 hvis det var mer anstrengende enn score 7, men ikke så anstrengende som score 8.

Statistikk

Alle resultater på lang og kort oppvarming og dens effekt på prestasjonen ble sammenlignet ved hjelp av Microsoft Excel 2013 og SPSS. Toveis ANOVA med repeterte målinger ble brukt for å sammenlikne de fysiologiske variablene under oppvarmingene, siste minutt i generell og spesifikk del, og i prestasjonstestene (10., 20., 30., 60., 90., 120., 150. og det 180. sekundet). Hvis ANOVA reporterte en signifikant effekt, ble en post hoc to-halet Student's *t*-test for parede observasjoner brukt med Bonferroni-korreksjon på *p*-verdi. På grunn av store varianser enkelte ganger i standardavvik ble det ført Greenhouse-Geisser korreksjon. Alle resultater blir presentert som gjennomsnitt, standardavvik, *t* eller individuelle resultater med mindre det blir korrigert i parret *t*-test. Med signifikantnivå på 0,05 og en styrke på 95% kunne vi oppdage forskjeller på de to oppvarmingene og prestasjonene.

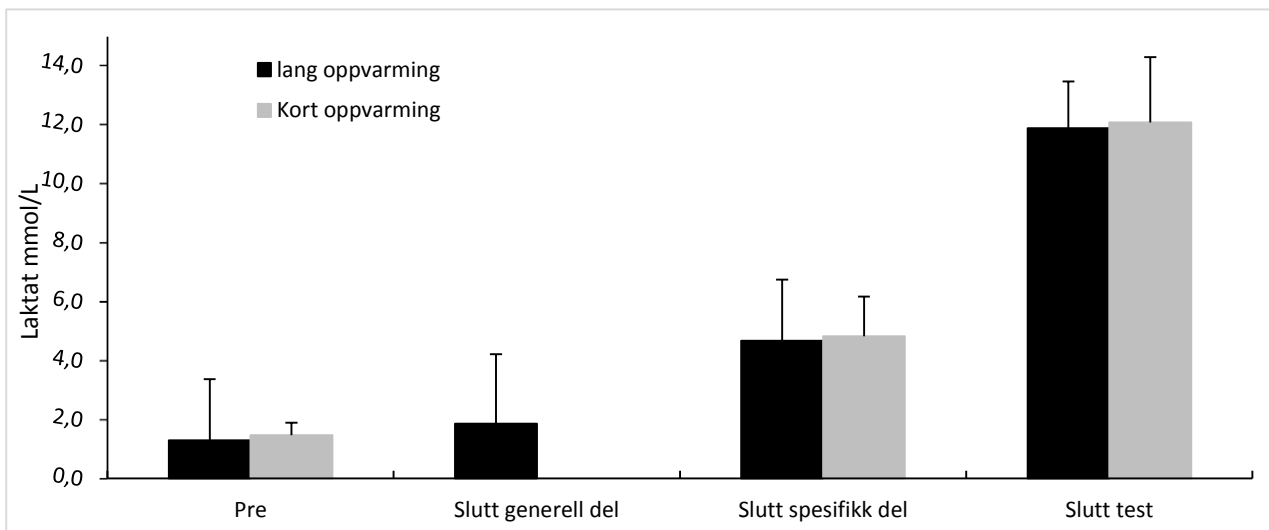
Resultater

Test av maksimal hjerterefrekvens

Totalt 13 forsøkspersoner testet maksimal hjerterefrekvens og maksimal hastighet på den ikke-motoriserte tredemøllen. Den maksimale hjerterefrekvensen ble $193,8 \pm 6,5$ slag/min, mens den maksimale hastigheten ble $25,2 \pm 3,4$ Km/t. Dataene er gjengitt som gjennomsnitt og standardavvik.

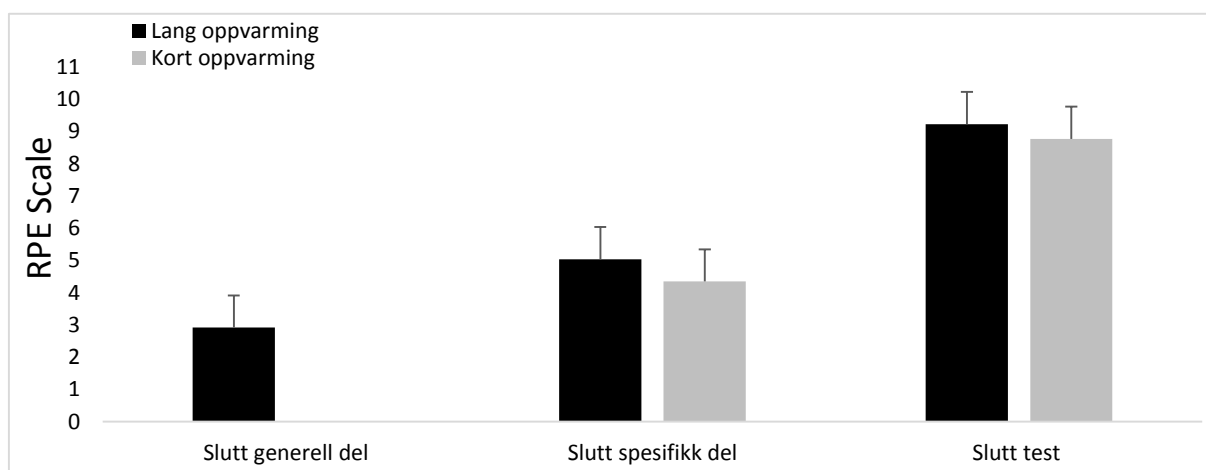
Oppvarmingsprosedyrer

Figur 2 viser utviklingen av melkesyrekonsentrasjonen i blodet fra før oppvarming til slutt av testen. Det ble ikke funnet noen signifikante forskjeller på melkesyrekonsentrasjonen i blodet verken før, underveis i oppvarmingen eller etter prestasjonen mellom den lange og den korte oppvarmingen ($F_{1, 12} = 2,11$, $p = 0,2$, $\eta^2 = 0,2$). Melkesyrekonsentrasjonen i blodet økte signifikant under begge oppvarmingene ($F_{2, 24} = 1014, 7$, $p = 0,001$, $\eta^2 = 0,99$). Det ble imidlertid funnet en antydning til interaksjon mellom oppvarmingene $F_{2, 24} = 3,2$, $p = 0,06$, $\eta^2 = 0,2$).



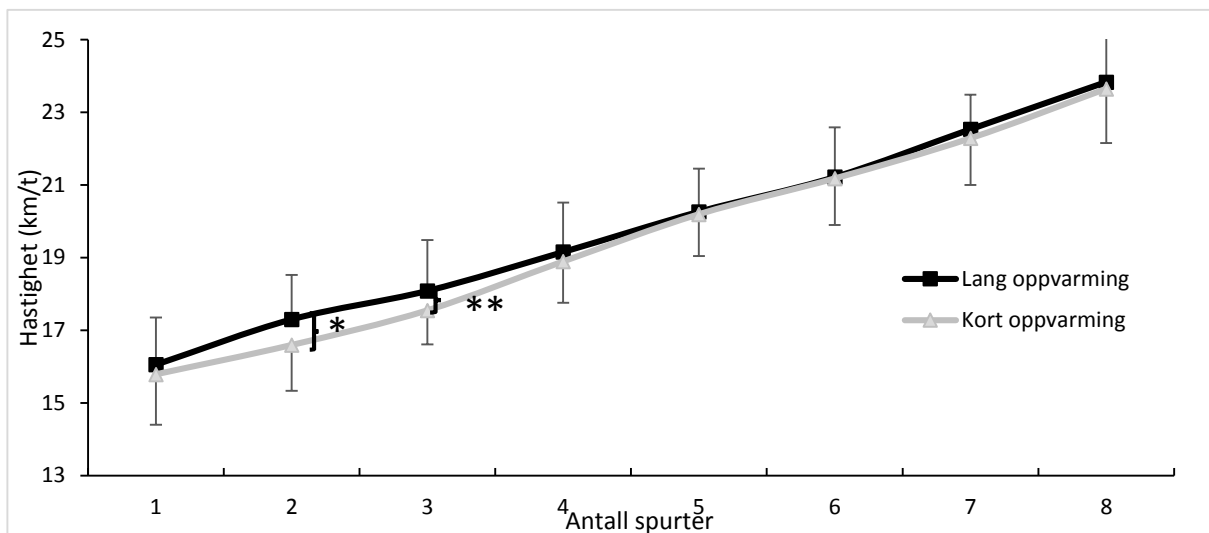
Figur 2: Melkesyrekonsentrasjonen i blodet før, underveis, etter oppvarmingene og på slutten av prestasjonen ($n=13$). Alle data er gjengitt som gjennomsnitt og standardavvik.

Figur 3 viser RPE-scoren til forsøkspersonene underveis i oppvarmingene og etter prestasjonene. Den lange oppvarmingen hadde signifikant høyere RPE-score enn den korte etter spesifikk del ($5 \pm 1,2$ vs. $4,4 \pm 0,9$; $p = 0,01$). Det ble ikke funnet noen signifikante forskjeller i RPE-scorene mellom lang og kort oppvarming på slutten av prestasjonen ($9,2 \pm 0,9$ og $8,8 \pm 0,9$; $p = 0,2$). Det ble funnet en signifikant økning av anstrengelse i begge testene fra underveis i oppvarmingen til testens slutt.



Figur 3: RPE-score etter oppvarmingene og på slutten av prestasjonene ($n=13$). Alle data er gjengitt som gjennomsnitt og standardavvik.

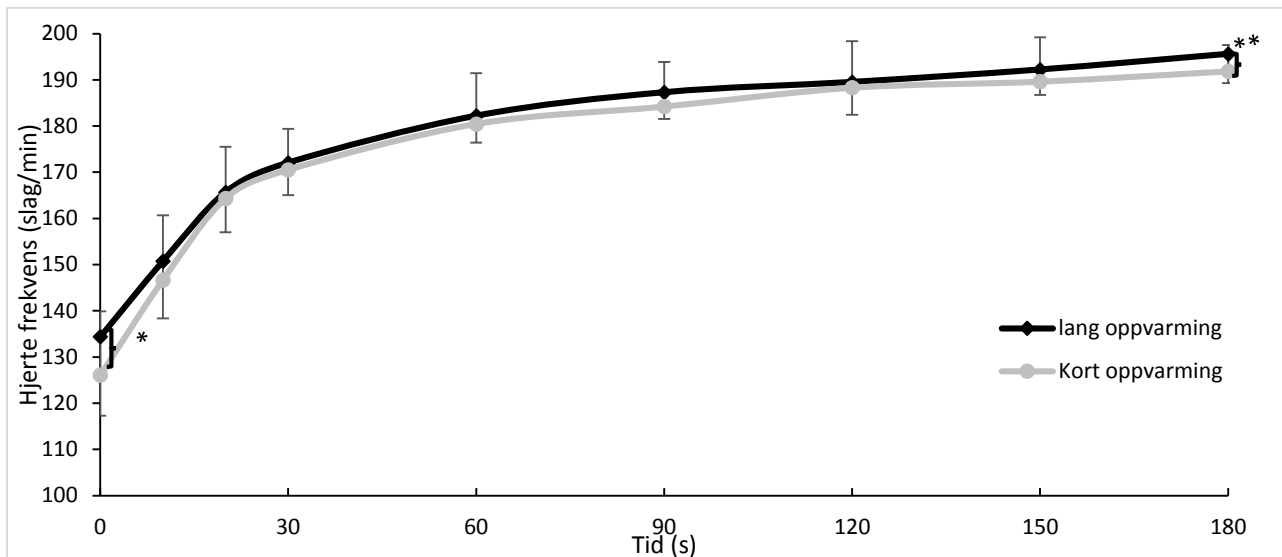
Figur 4 viser hastigheten spurtene under den spesifikke delen av lang og kort oppvarming. Det var antydning til forskjeller på hastigheten på spurtene mellom oppvarmingene ($F_{1, 12} = 4,8$, $p = 0,05$, $\eta^2 = 0,3$). Spurt 2 og 3 var signifikant hurtigere på den lange oppvarmingen i forhold til den korte oppvarmingen ($17,3 \pm 1,2$ vs. $16,6 \pm 1,3$; $p = 0,05$ og $18,1 \pm 1,4$ vs. $17,6 \pm 0,9$; $p = 0,05$). Spurtene hadde signifikant økning av hastighet under både den lange og den korte oppvarmingen ($F_{7, 84} = 357$, $p = 0,001$, $\eta^2 = 0,97$). Det ble ikke funnet noen interaksjon mellom oppvarmingene ($F_{7, 84} = 0,7$, $p = 0,7$, $\eta^2 = 0,06$).



Figur 4: Figuren viser hvor hurtige spurtene var i de to ulike oppvarmingsprotokollene. ($n=13$). Alle data er gjengitt som gjennomsnitt og standardavvik. * $p = 0,05$, ** $p=0,05$.

Løpetest på ikke-motorisert tredemølle

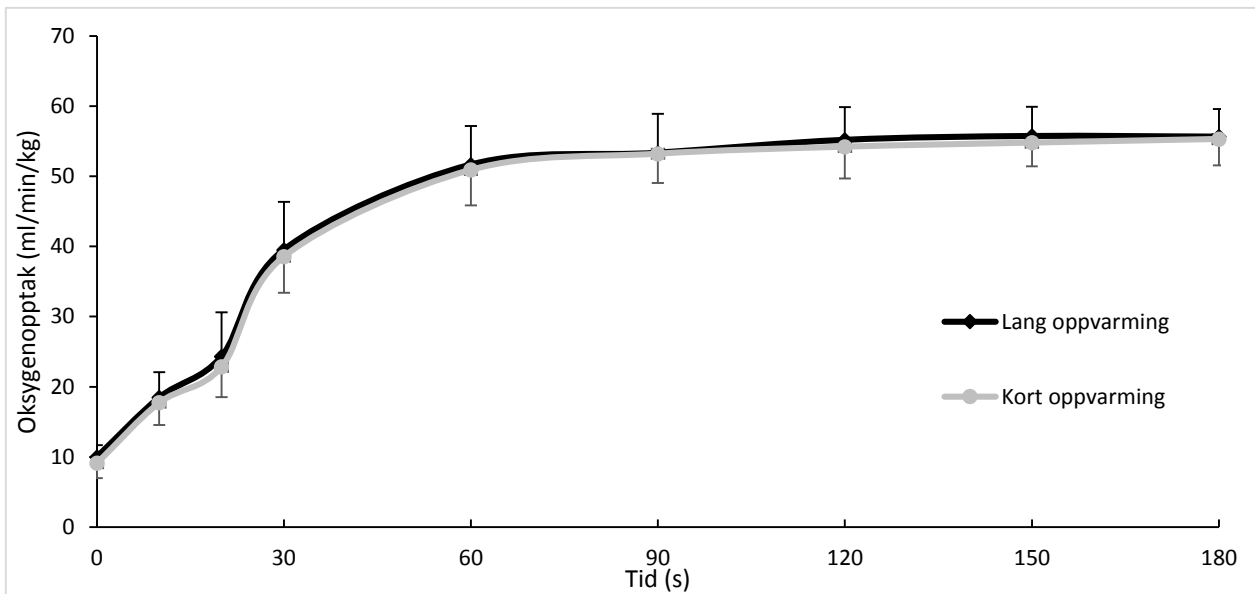
Figur 5 viser at det var signifikant økning i hjerterefrekvensen under hele prestasjonen ($F_{8, 96} = 230$, $p = 0,001$, $\eta^2 = 0,95$). Det var ikke signifikante forskjeller i hjerterefrekvens mellom den lange og den korte oppvarmingen underveis i prestasjonen ($F_{1,12} = 3,3$, $p = 0,93$, $\eta^2 = 0,22$). Det var ingen signifikante forskjeller mellom måletidspunktene ($F_{8, 96} = 1,4$, $p = 0,2$, $\eta^2 = 0,11$) og dermed ingen interaksjon. De første 30 sekundene av prestasjonen var den gjennomsnittlige hjerterefrekvensen høyere enn etter den lange oppvarmingen enn etter den korte oppvarmingen ($134,4 \pm 13,8$ slag/min vs. $126,1 \pm 17,1$ slag/min, $p = 0,02$). De siste 30 sekundene av prestasjonen var den gjennomsnittlige hjerterefrekvensen høyere enn etter den lange oppvarmingen enn etter den korte oppvarmingen ($195,5 \pm 5,6$ slag/min vs. $192,4 \pm 5,9$ slag/min, $p = 0,03$).



Figur 5: Hjerterefrekvensen til forsøkspersonene vs 3 minutter løping på ikke-motorisert tredemølle etter lang og kort oppvarming ($n=13$). Alle data er gjengitt som gjennomsnitt eller standardavvik. * $p=0,02$, ** $p=0,03$

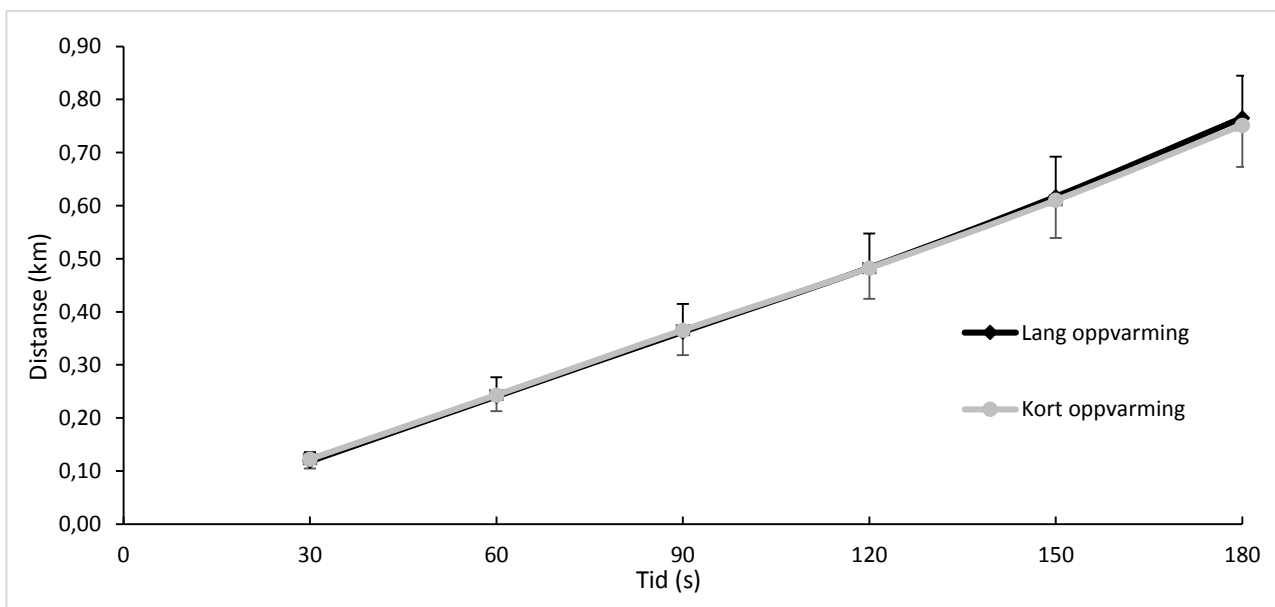
På figur 6 ser man oksygenopptaket til forsøkspersonene under prestasjonen.

Oksygenopptaket hadde signifikant økning under prestasjonen både etter den lange- og den korte oppvarmingen ($F_{8,96} = 580$, $p = 0,001$, $\eta^2 = 0,98$). Det ble ikke funnet noen signifikante forskjeller mellom den lange og den korte oppvarmingen i prestasjonen ($F_{1,12} = 2,5$, $p = 0,14$, $\eta^2 = 0,2$). Det var ingen signifikante forskjeller mellom måletidspunktene og derfor ingen interaksjon mellom oppvarmingene ($F_{8,96} = 0,3$, $p = 0,97$, $\eta^2 = 0,23$). Det var heller ikke noen tydelige forskjeller mellom lang og kort oppvarming på maksimalt oksygenopptak og den kumulative summeringen av O_2 . Maksimalt oksygenopptak hos forsøkspersonene var på henholdsvis $55,6 \pm 3,9$ ml/min/kg etter den lange oppvarmingen og $55,6 \pm 3,9$ ml/min/kg etter den korte oppvarmingen. Gjennomsnittlige kumulative summeringen av O_2 var på henholdsvis $11,9 \pm 1,3$ L etter prestasjonen etter den lange oppvarmingen og $11,7 \pm 1,4$ L etter prestasjonen etter den korte oppvarmingen.



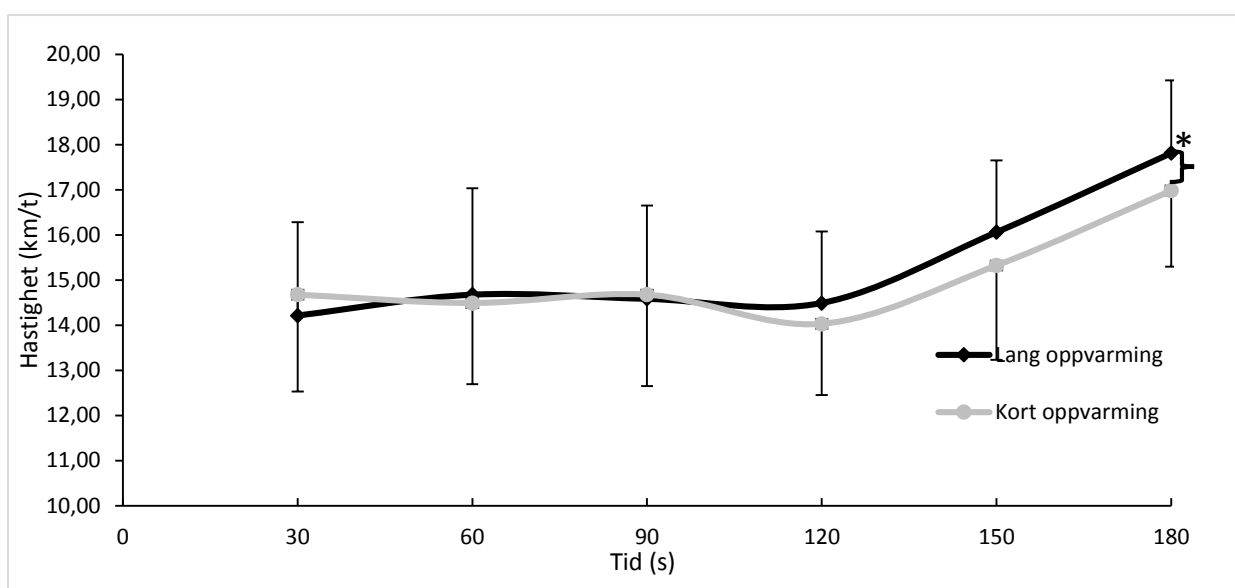
Figur 6: Oksygenopptak til forsøkspersonene vs. 3 minutter løping på ikke-motorisert tredemølle etter oppvarmingene (n=13). Alle data er gjengitt som gjennomsnitt og standardavvik

Figur 7 viser at det var signifikant økning av antall løpte meter under hele prestasjonen både etter lang og kort oppvarming ($F_{5,60} = 1206,8$, $p = 0,001$, $\eta^2 = 0,99$). Det var ingen signifikante forskjeller mellom oppvarmingene på antall meter totalt på prestasjonen ($F_{1,12} = 0,09$, $p = 0,77$, $\eta^2 = 0,007$). Det er derimot en antydning til forskjell mellom oppvarmingene på bestemte måletidspunkt og dermed en tendens til interaksjon ($F_{5,60} = 3,7$, $p = 0,05$, $\eta^2 = 0,23$).



Figur 7: Antall meter løpt totalt i den tre minutter lange prestasjonen på den ikke-motoriserte tredemøllen (n=13). Alle data er gjengitt som gjennomsnitt og standardavvik.

Figur 8 viser gjennomsnittlig hastigheten i antall Km/t forsøkspersonene løp underveis i prestasjonen. Det ble ikke funnet signifikante forskjeller underveis i prestasjonen mellom lang og kort oppvarming ($F_{1,12} = 2,8$, $p = 0,12$, $\eta^2 = 0,2$). Hastigheten hadde en signifikant økning i prestasjonene ($F_{5,60} = 24$, $p = 0,001$, $\eta^2 = 0,67$). Det var heller ingen signifikante forskjeller mellom måletidspunktene, derav ingen interaksjon ($F_{5,60} = 1,5$, $p = 0,22$, $\eta^2 = 0,1$). Man kan likevel se en tendens til at hastigheten høyere på slutten av prestasjonen etter den lange oppvarmingen enn etter den korte.



Figur 8: Hastighet ved hvert 30. sekund i løpetesten ($n=13$). Alle data er gjengitt som gjennomsnitt og standardavvik. * $p = 0,08$.

Diskusjon

Hovedformålet med denne studien var å se hvilken oppvarming som ga best resultat på en intermediær prestasjon tilsvarende 3 minutter løping. Videre var hensikten å se om de fysiologiske variablene som hjerterefrekvens, oksygenopptak, melkesyrekonsentrasjonen i blodet og RPE hadde en annerledes utvikling og ga forskjellige resultat på testene mellom oppvarmingene. Til slutt var det av interesse å utfordre oppvarmingsparadigmet i utholdenhetsidrett. Kan en kort, men dog spesifikk oppvarming være nok for en bedre intermediær prestasjon.

Viktigste funnet i denne studien er at det ikke var signifikante forskjeller mellom lang og kort oppvarming på den total antall meter som ble løpt under prestasjonen. Det var en tendens til interaksjon mellom de faste måletidspunktene, men så liten at det kan ha vært tilfeldigheter. Det ble ikke funnet signifikante forskjeller mellom oppvarmingene i melkesyrekonsentrasjonen i blodet og i oksygenopptaket, se figur 2 og 6. På hastigheten underveis i prestasjonen, figur 8, er tendensen at forsøkspersonene starter hurtigst etter den korte oppvarmingen, men avslutter hurtigst etter den lange oppvarmingen. På forsøkspersonenes RPE-scorer har den lange oppvarmingen har en tendens til høyere score etter spesifikk del og prestasjonen i forhold til den korte, se figur 3. I den spesifikke delen har spurt 2 og 3 høyere hastighet i den lange oppvarmingen i forhold til den korte, ellers ingen signifikante forskjeller, se figur 4. Derimot var hjerterefrekvensen signifikant høyere i starten og på slutten av prestasjonen etter den lange oppvarmingen enn i den korte, figur 5.

Total antall meter under prestasjonen

I forhold til hovedformålet på studien er en generell del i oppvarmingen unødvendig da det ikke var noen signifikante forskjeller mellom oppvarmingene på antall meter løpt totalt. Dette hvis man ser bort i fra et betydelig avvik. For hvis avviket fjernes ble det løpt lengre på prestasjonen etter den lange oppvarmingen i forhold til den korte ($p = 0,02$). Denne forsøkspersonen løp testene med to dagers mellomrom, og det ble løpt betydelig lengre den andre testen enn den første. Det var ingen tegn til at forsøkspersonen var syk eller skadet på den første testen. Derfor er det trolig at forsøkspersonen oppnådde en form for læringseffekt, selv om det ble gjennomført tilvenning og test av maksimal hjerterefrekvens i forkant. På en annen side kan man spekulere i om den generelle delen på 10 minutter påførte

forsøkspersonen tretthet. Ved å se på RPE-scoren til forsøkspersonen etter spesifikk del, var den høyere etter den lange oppvarmingen enn etter den korte. Derfor er det interessant å se at melkesyrekonsentrasjonen i blodet var høyere på samme tidspunkt i den korte oppvarmingen enn etter den lange.

Hvis man ser bort i fra antall meter totalt, etter 180 sekunder i figur 7, er det ingen signifikante forskjeller mellom oppvarmingene selv inkludert avviket. Et eksempel er etter 150 sekunder, det siste måletidspunktet før slutt, der det ikke er noen signifikante forskjeller mellom oppvarmingene ($p = 0,1$). At en kort og spesifikk oppvarming ikke gir dårligere resultat tyder på det Bishop et. al (2001) og Stewart & Sleivert (1998) fant i sine studier, at 10 minutters oppvarming på 70% av VO_2 -maks er nok og forlenger tiden til tretthet sammenlignet enn med en roligere eller mer intensiv oppvarming. I denne studien var prestasjonstiden lengre enn studiene til Ingham et. al (2005), Bishop et. al (2001) og Stewart & Sleivert (1998) der intensiteten på oppvarmingene ga ingen signifikante forskjeller på resultatet, eller at 10 minutter på 70% av VO_2 -maks var nok. I studien til Hajoglou et. al (2005) var prestasjonstiden derimot på over 4 minutter og resultatene viste at en lengre oppvarming med noen høyintensive spurter var bedre enn ingen oppvarming og oppvarming med større andel av høyintensive spurter. Mulig at lengden på prestasjonen i dette studiet gjør at man, som i studien til Hajoglou et. al (2005) er avhengig av en oppvarming med lengre varighet.

Michalsik & Bangsbo (2002) påpeker at etter 10 minutters aktivitet vil temperaturstigningen i musklene og blodet ha nådd sitt nivå og deretter flate ut. Da vil temperaturen i musklene og blodet bli såpass høy at man oppnår de prestasjonsfremmende effektene som kreves. Samtidig er ikke intensiteten så høy at det blir brukt av høyenergifosfatlagrene og unngår opning av laktat i musklene (Bishop, 2003a; Karlsson, Diamant & Saltin, 1971; Saltin & Hermansen, 1966). Dette fører til et større aerobt bidrag i starten som fører til et større anaerobt bidrag på slutten av prestasjonen, det ser man i studiene til Hajoglou et. al (2005) og Stewart & Sleivert (1998). Disse faktaene fører til en større svakhet i dette studiet da den spesifikke delen i oppvarmingene var i underkant av 10 minutter og oppfyller dermed ikke kriteriene som Bishop (2003a) og Özyener et. al. (2001) setter for oppvarming 100%. Dette gjorde kanskje slik at sirkulasjonssystemet ikke tilpasset seg helt og at temperaturen i musklene og i blodet trolig ikke nådde sitt platå (Michalsik & Bangsbo, 2002; Saltin & Hermansen, 1966). På en annen måte så kan varigheten på den spesifikke delen forsvares da det ble brukt spesifikt bevegelsesmønster og spesifikk intensitet. Bishop et. al (2001) påpeker i sin studie at spesifikk arbeidsintensitet, i dette studiet hastigheten på

sprintene, vil øke den nevromuskulære aktiviteten i de arbeidende musklene og med økt temperatur vil hastigheten på nervesignalene gå fortere (Bishop, 2003b; Bourne, 1992). I tillegg påpeker Bishop (2003b) at de spesifikke arbeidsperiodene ikke bør være over for lang tid eller for intensiv da man kan trøtte ut muskulaturen. Dette kan være grunnen til at Mitchell & Huston (1993) ikke fant noen signifikante forskjeller mellom oppvarmingene i sin studie. Derfor er det ikke sikkert at forsøkspersonene har løpt lengre etter den spesifikke delen selv om det hadde vært flere eller lengre spurter.

Derfor kan lang og kort oppvarming sees opp mot mobiliseringshypotesen da prestasjonene var like bra frem til 150 sekunder, men ikke etter 180 sekunder (Bishop, 2003a). I mobiliseringshypotesen må intensiteten og varigheten være god nok for at baselinenivået på oksygenopptaket når trade-off kravet (Özyener et. al, 2001). Da den spesifikke delen ikke varte i fullstendig 10 minutter, hadde kanskje forsøkspersonene et større anaerobt bidrag i starten av prestasjonen etter den korte oppvarmingen. Temperaturen i musklene og i blodet hadde ikke nådd plataået sitt, ca. 40 grader, og blodstrømmen i kroppen hadde kanskje ikke tilpasset seg helt for å oppnå de prestasjonsfremmende effektene, selv om de hadde en spesifikk arbeidsintensitet (Michalsik & Bangsbo, 2002; Hedrick, 1992; Saltin & Hermansen, 1966). Dette kunne kanskje føre til at restitusjonsdelen mellom spesifikk del og prestasjonen ble for lang og temperaturen i musklene og blodet samt oksygenopptaket falt for mye og påvirket til slutt resultatet.

Prestasjonsrelaterte variabler

Hjertefrekvensen i testen var signifikant høyere i starten og på slutten av prestasjonen etter den lange oppvarmingen enn den korte, men ikke underveis. At hjertefrekvensen i starten er høyere etter den lange oppvarmingen, kan være fordi forsøkspersonene hadde større aktivitet i pausen, som for eksempel knyting av skolisser. Det kan også være på grunn av den generelle delen på 10 minutter løping på 70% av VO_2 -maks. Etter den generelle delen har temperaturen i musklene og blodet muligens økt såpass at kroppstemperaturen har blitt høyere generelt og derfor høyere hjertefrekvens. Dette vet man ikke sikkert da dette studiet ble gjort uten bruk av målemetoder av kroppstemperatur. Selv om det ikke ble målt temperatur i dette forsøket, er det forsket mye på at økt muskeltemperatur og forbedring av prestasjon korrelerer veldig bra (Bishop, 2003a). Stewart & Sleivert (1998) påpeker i sin studie at det tar lengre tid å øke kjernetemperaturen enn muskeltemperaturen, noe som er svært aktuelt i denne testen da

restitusjonsfasen var på 5 minutter, kan ha ført til at temperaturen i musklene ha sunket (Saltin & Hermansen, 1966). Uansett, siden kropps og muskeltemperaturen sannsynligvis er høyere etter den generelle delen, påvirker det trolig hastigheten på de første spurtene i den spesifikke delen da de er hurtigere i den lange oppvarmingen enn i den korte. Spurtene kan også ha vært påvirket på grunn av en bedre nerveledningshastighet, da den generelle delen ble gjennomført med spesifikt bevegelsesmønster (Bishop, 2003b).

På figur 6 vises oksygenopptaket til forsøkspersonene under den 3 minutter lange prestasjonen. Som tidligere nevnt ble ingen signifikante forskjeller ble avdekket mellom oppvarmingene. Derfor er det vanskelig å si om baselinenivået på oksygenopptaket til forsøkspersonene var for lavt i forhold til trade-off kravet på prestasjonen da stigningen på VO_2 -kinetics mellom oppvarmingene er tilnærmet identisk under prestasjonen. Det ble heller ikke funnet større forskjeller mellom oppvarmingene i det maksimale oksygenopptaket under prestasjonen og den kumulative summeringen av O_2 etter prestasjonen. Dette kan tyde på at baselinenivået var høyt nok, men at temperaturen i blodet var for lav eller at sirkulasjonssystemet og blodstrømmen ikke var god nok. Dette førte i såfall til at de prestasjonsfremmende effektene ikke ble fullstendig oppnådd. Et interessant resultat er stigningen på VO_2 -kinetics. Den er ikke lineær, men har en slags kurve. Å påpeke en eksakt årsak til dette er vanskelig, men da dette studiet foregikk på en ikke-motorisert tredemølle som bare 3 av forsøkspersonene hadde erfaring med, er kanskje grunnen til dette resultatet i den ikke-motoriserte tredemøllens natur at VO_2 -kinetics har slik utvikling. Lik stigning på VO_2 -kinetics stemmer forøvrig ikke med det Hajoglou et. al (2005) påpeker i sitt studie at høyere temperatur gir til økt akselerasjon i VO_2 -kinetics. Men støtter opp Bishops (2003a) forklaring at en høyere temperatur ikke fører til økt akselerasjon på VO_2 -kinetics.

Det var ingen signifikante forskjeller i melkesyrekonsentrasjonen i blodet, men en tendens til høyere score på RPE etter den lange oppvarmingen. Det er ikke så rart, spesielt etter spesifikk del, da forsøkspersonene hadde gjennomført en generell del i forkant. RPE er som tidligere nevnt ikke en prestasjonsavhengig variabel. At det ikke var noen forskjeller, inkludert avviket, mellom oppvarmingene på melkesyrekonsentrasjonen i blodet er interessant spesielt etter spesifikk del da det var en generell del som skilte oppvarmingene. Dette tyder på intensiteten på oppvarmingene ikke var så høy at det blir brukt av høyenergifosfatlagrene samtidig som det ikke ble opphopning av laktat i musklene (Bishop, 2003a; Karlsson, Diamant & Saltin, 1971; Saltin & Hermansen, 1966). Det er muligens kun på avviket den generelle delen påførte tretthet som ble avgjørende, men dette stemmer ikke overens med Åstrand, Dahl, Rodahl & Strømme (2003) som påpeker at akkumuleringen av laktat skjer ved

en arbeidsbelastning rundt 75% av VO_2 -maks. Dette kan mulig avkrefte da intensitetene på oppvarmingene var på en intensitet tilsvarende 70% av forsøkspersonenes VO_2 -maks og stemmer dermed ikke med McArdle et. al (2010) bemerkning om at tretthet oppstår ved lavere % av VO_2 -maks hos dårlig trente enn godt trente. Intensitet på 60% av VO_2 -maks har et minimalt forbruk av høyfosfatenergilagrene (Karlsson et. al, 1971), mens Hargreaves & Spriet (2006) påpeker at omdanningen til ATP skjer gjennom fett og aerob energiomsetning opp til 75% av VO_2 -maks og deretter av karbohydrat gjennom anaerob energiomsetning ved høyere intensitet. Dette styrker teorien om læringseffekten mellom testene hos avviket i tillegg til at melkesyrekonsentrasjonen i blodet til avviket var høyere etter spesifikk del i den korte oppvarmingen enn den lange. I tillegg var muligens restitusjonsdelen mellom spesifikk del og starten på prestasjonen så lang at noe av den opphopede laktat i musklene ble eliminert bort.

Oppvarmingsparadigmet

Den siste hensikten med studiet var å utfordre paradigmet oppvarming har i utholdenhetsidrett, da med hovedfokus på mellom og langdistanse i friidrett. Frem til 150 sekunder viser det seg at en generell del i oppvarmingen ikke er nødvendig da man løper like langt med kun en spesifikk del. I forhold til dette studiet der prestasjonen varte i 3 minutter, 180 sekunder, viser at det blir løpt lengst med en generell del i oppvarmingen. Hvis man tenker på når i prestasjonen oppvarmingen ga forskjellige resultater, kan det tenkes til at starten av kort oppvarming hadde et større anaerobt bidrag enn den lange da åpningshastigheten på prestasjonen var høyest etter den korte. Den lange oppvarmingen hadde muligens et større anaerobt bidrag i avslutningen på prestasjonen da hastigheten var høyere enn den korte, se figur 8, og dermed mer å mobilisere med på det aktuelle tidspunktet. En annen mulighet kan være at forsøkspersonene var mer vant til den ikke-motoriserte tredemøllen etter generell del og derfor trygg på en starthastighet.

Det ser altså ut, på figur 7, at en generell del med løp på en lav intensitet er unødvendig med tanke på antall meter totalt på en intermediær prestasjon. Faktum, om man fjerner et betydelig avvik fra studien, er at det ble løpt signifikant lengre på den lange oppvarmingen enn den korte om man tar hele løpstiden på 3 minutter. Det vil si at oppvarmingsparadigmet som er blant annet er i mellom og langdistanseløping, har betydning for en prestasjon med varighet over 2.5 minutter. På distanser på 800 meter og kortere kan det derfor, med utgangspunkt i dette studiet, se ut til at en generell del i oppvarmingen er

unødvendig tatt i betraktning hvilken løpstid man bruker. Det samme viser de prestasjonsrelaterte variablene som oksygenopptak, melkesyrekonsentrasjon i blodet og RPE som ikke hadde signifikante forskjeller annet enn enkelte tendenser selv på hele prestasjonen. At hjerterefrekvensen var signifikant høyere etter den lange oppvarmingen i forhold til den korte på starten og slutten av prestasjonen kan tyde på større kroppstemperatur og bedre blodstrøm, noe som er avgjørende for å oppnå prestasjonsfremmende effekter.

Dagsform, motivasjon og forberedelser er også noe som kan ha påvirket resultatene. Forsøkspersonene fikk beskjed om å ikke utøve hard fysisk trening de siste 48 timene, ikke drukket alkoholholdig drikke de seneste 12 timene samt ikke spist mat den siste timen før test. Om forsøkspersonene hadde gjort det som studien krevde, er ikke godt å vite. I tillegg er inkluderingskriteriene noe som kan belyses som mulig for lave, da det kun var 5 av forsøkspersonene som hadde hatt en utholdenhetsidrett som sitt hovedområde mens de 8 resterende forsøkspersonene hadde som fotball som sin idrett. Ellers er 13 forsøkspersoner muligens for lite for å gi et konsekvent svar i den store sammenhengen i likhet med trekningen av hvilken oppvarming de aktuelle forsøkspersonene skulle starte med.

Til slutt må man minnes på at den korte oppvarmingen varte i underkant av 10 minutter, som tidligere nevnt ikke oppfyller kriteriene Bishop (2003b) og Özyener et. al (2001). Det er kanskje bare enkelte justeringer som skal til før det er nok til en like god prestasjon på en 3 minutters maksimal løpsprestasjon som en oppvarming med en generell og spesifikk del. Men når 8 forsøkspersoner løp 10 til 50 meter lengre på testen med lang oppvarming og setter antall løpte meter opp mot tiden på prestasjonen, er det ikke tvil om at 10 meter lengre løping på 3 minutter gjør et utslag. Et eventuelt større anaerobt bidrag på slutten av en prestasjon kan være avgjørende for å løpe lengre eller fortere enn sine medkonkurrenter. Dette selv om det ikke var noen signifikante forskjeller i melkesyrekonsentrasjonen i blodet og på oksygenopptaket underveis i testen og som derfor muligens ikke førte til noe forskjeller i resultatene. Den eneste signifikante forskjellene man kan se i studiet, er at forsøkspersonene inkludert avviket har en høyere hjerterefrekvens i starten og på slutten av prestasjonen. Dette kan ha ført til at det ble løpt lengre de siste 30 sekundene av prestasjonen etter den lange oppvarmingen, da ekskludert avviket. Det ser derfor ut til at man er avhengig av en generell del i oppvarmingen på en intermediær prestasjon på 3 minutter eller som Hajoglou et. al (2005) anbefaler, lengre oppvarming på lav intensitet med korte innslag av spesifikk arbeidsbelastning på slutten.

Praktisk betydning og veien videre

Sett i et tidsbesparende perspektiv viser resultatene i denne studien at en kort oppvarming med kun en spesifikk del er intensiv nok for å oppnå en prestasjonsfremmende effekt på prestasjoner i opp i mot 2.5 minutter, men ikke 3 minutter. Det kan derfor være aktuelt med en generell del i et skadeforebyggende perspektiv eller konkurranser med løpstid på 2.5 minutter eller lengre. Dessverre ble ikke temperatur målt verken i kroppskjerne, muskler eller blod i dette studiet. Derfor vil det til videre forskning bli anbefalt bruk av termometre finne eventuelle temperaturendringer og faktiske endringer.

Litteraturliste

- Bahr, R., Hallén, J. & Medbø, J.I. (1991) *Testing av Idrettsutøvere*. Oslo: Universitetsforlaget
- Bishop, D., Bonetti, D. & Dawson, B. (2001) The effect of three different warm-up intensities on kayak ergometer performance. *Official Journal of the American College of Sports Medicine*
- Bishop, D. (2003a) Warm up I. *Sports Med* 2003; 33 (6)
- Bishop, D. (2003b) Warm up II. *Sports Med* 2003; 33 (7)
- Borg, G.A.V. (1982) Psychophysical bases og perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 14, No. 5, pp. 377 – 381.
- Bourne, G. (1992) Physiological basis of the warm-up. *Modern Athlete & Coach*, Vol. 30 Issue 5. p. 36-38
- Burnley, M., Doust, J. & Jones, A. (2005) Effects of Prior Warm-up Regime on Severe-Intensity Cycling Performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*
- Friidrett (2011) *Oppvarming og hovedvirkninger*. Hentet fra:
<http://friidrett.forbundetonline.no/friidrettstrening/kurs/ungdomstrenerkurs/oppvarmingogstyrke/oppvarming/Sider/default.aspx>
- Hajoglou, A., Foster, C., de Koning, J.J., Lucia, A., Kernozek, T. & Porcari, J.P. (2005) Effect of Warm-Up on Cycle Time Trial Performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*
- Hargreaves, M. & Spriet, L. (2006) *Exercise Metabolism* (2nd. Edition) Human Kinetics, Inc
- Hedrick, A. (1992) Physical response to warm up. *National Strength and conditioning association journal*, 14 (5), 25 - 27
- Indby, J.H. (2012) Effekten av bevegelsesspesifikk oppvarming i forkant av en 800m – test på rullskimølle. *Mastergradsoppgave i idrettsvitenskap ved Norges Idrettshøgskole*, 2012
- Ingham, S., Fudge, B., Pringle, J. & Jones, A. (2013) Improvement of 800-m Running Performance With Prior High-Intensity Exercise. *International Journal of Sports Physiology and Performance*

- Ingjer, F. & Strømme, S.B. (1979) Effects of active, passive or no warm up on the physiological response to heavy exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 40, 273 – 282
- Karlsson, J., Diamant, B. & Saltin, B. (1971) Muscle metabolites during submaximal and maximal exercise in a man. *Scandinavian Journal of Clinical & Laboratory Investigation*, 26, 385 – 394
- Koga, S., Shiojiri, T., Kondo, N. & Barstow, T.J. (1997) Effect of increased muscle temperature on oxygen uptake kinetics during exercise. *Journal of Applied Physiology*, 83 (4), 1333 – 1338.
- Mandengue, S.H., Miladi, I., Bishop, D., Temfemo, A., Cisse, F. & Ahmaidi, S. (2009) *Methodological approach for determining optimal active warm-up intensity: predictive equations.*
- McArdle, W. D., Katch, F. I. & Katch, V.L. (2010) *Exercise Physiology: Nutrition, Energy, and Human Performance* (Vol. Seventh Edition), Pennsylvania: Lippincott, Williams & Wilkins
- Michalsik, L. & Bangsbo, J. (2002) *Aerob og anaerob træning*. Brøndby: Danmarks Idræts - Forbund
- Mitchell, J. & Huston, J. (1993) The effect of high- and low-intensity warm-up on the physiological responses to a standardized swim and tethered swimming performance. *Journal of Sports Science*, 11 (2), 159-165
- Noble, B.J., Borg, G.A.V., Jacobs, I., Ceci, R. & Kaiser, P. (1983) A category – ratio perceived exertion scale: relationship to blood and muscle lactates and heart rate. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 15, No. 6, pp. 523 – 528
- Saltin, B. & Hermansen, L. (1966) Esophageal, rectal, and muscle temperature during exercise. *Journal of Applied Physiology*, 21 (6), 1757 – 1762
- Stewart, I. & Sleivert, G. (1998) The Effect of Warm-Up Intensity on Range of Motion and Anaerobic Performance. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*
- Özyener, F., Rossiter, H.B., Ward, S.A. & Whipp, B.J. (2001) Influence of exercise intensity on the on-and off-transient kinetics of pulmonary oxygen uptake in humans. *Journal Physiology*

Åstrand, P.O., Dahl, H.A., Rodahl, K. & Strømme, S.B. (2003) *Textbook of Work Physiology: Physiology Bases of exercise* (Fourth edition): Human Kinetics

Vedlegg 1

Ballistisk tøying 1

Armrotasjon



Ballistisk tøying 2

Kroppsstamme



Ballistisk tøying 3

Fot horisontal retning



Ballistisk tøying 4

Fot vertikal retning



Ballistisk tøying 5
Hofterotasjon



Ballistisk tøying 6
Knerotasjon



Ballistisk tøying 7
Ankelrotasjon

